NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidas por la Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

1. Se han descubierto manifestaciones y yacimientos con minerales radiactivos en la República Mexicana dentro de muy variados ambientes geológicos. Las rocas huéspedes que los contienen van en edad desde el Precámbrico hasta el Cuaternario. En términos generales la mineralización de uranio se encuentra confinada a gneisses y esquistos en la Península de Oaxaca y en la Cuenca de Sonora; a sedimentos marinos calcáreo-arcillosos, de edad cretácica, en el Geosinclinal Mexicano, los cuales se hallan relacionados estructuralmente con la Península de Coahuila y con el Geo-Anticlinal Occidental; a sedimentos clásticos de carácter continental y de edad Pre-Terciaria, en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental; a sedimentos clásticos continentales, triásico-jurásicos, en la Cuenca de Sonora, y a rocas ígneas intrusivas y metasedimentarias, así como a dacitas terciarias, en la región Nor-Central del Estado de Sonora. Igualmente se encuentran manifestaciones al parecer importantes de yacimientos de uranio en la Vertiente Oriental de la Sierra Madre Occidental, dentro del Estado de Durango, en rocas volcánicas.

a) Por falta de espacio, no es posible detallar el total de localidades con manifestaciones radiactivas que en algunos casos han dado lugar a ubicar zonas de tonelajes reducidos. Pero puede afirmarse que en mineral extraído, positivo, probable y posible, se cuenta actualmente en la República con la cifra cercana a las ochocientas mil toneladas con ley superior a 0.10% U_3O_8 en los Estados de Durango, Chihuahua y Sonora, principalmente. Existen localidades que por haberse estudiado de un modo preliminar en Coahuila, Querétaro, Zacatecas, Sinaloa, Estado de México y Oaxaca, no ha sido posible conocer por ahora si contienen contingentes económicos recuperables.

2. La evaluación de yacimientos con minerales radiactivos no difiere fundamentalmente, en su técnica, de la que se practica para yacimientos de otra composición mineralógica. En efecto, el criterio a seguir tiene por objeto conocer el tonelaje dentro de sus categorías de positivo, probable y posible y el correspondiente U_3O_8 químico. Las formas y dimensiones distintas que adoptan los yacimientos uraníferos en el subsuelo, así como las variaciones en las leyes del mineral radiactivo de un lugar a otro del yacimiento, hacen imprescindible estimar las reservas de un modo sistemático, siguiendo un método a fin de que la información proporcionada sea correcta. Cuanto mayor sea el acervo de datos con que se cuente, considerando que se puede depender de ellos con cierto grado de confianza, mejores serán los resultados de una cuantificación de reservas de mineral.

a) En el caso de yacimientos con minerales radiactivos puede ciertamente realizarse un conocimiento bastante aproximado del volumen de reservas, entre otros métodos, mediante una red de barrenaciones con diamante y con datos de radiometría, asumiendo que existe un equilibrio sensible entre el contenido radiométrico y el químico en el yacimiento de que se trata. De no haber esta última relación, se determina el contenido químico de U_3O_8 de las muestras representativas. Mediante los datos proporcionados por barrenaciones con broca de diamante, o bien mediante la realización de obras de mina, o aún, cosa común, con los dos métodos, puede delinearse la geometría o forma de los cuerpos mineralizados en el subsuelo. De esta manera se estiman los tonelajes o reservas. Se está hablando de un cuerpo descubierto, sea mediante prospección terrestre o bien mediante otros métodos directos o indirectos, y el problema será conocer sus características económicas.

3. Mineral positivo es el que se ha bloqueado por cuatro lados; es prácticamente - mineral a la vista. Mineral probable o indicado es aquel para el cual tanto el tonelaje como la ley son estimados parcialmente a partir de medidas específicas, muestras, o datos de producción, y parcialmente a partir de la proyección dentro de distancias razonables de acuerdo con la evidencia geológica. Mineral posible o inferido es aquel para el cual las estimaciones cuantitativas se basan principalmente en el conocimiento más o menos amplio del carácter geológico de los depósitos. Las estimaciones pueden basarse en la evidencia que pueda incluir la comparación con depósitos de tipo similar. Los cuerpos que están ocultos pueden incluirse en caso de - haya evidencia geológica específica en relación a su presencia.

4. El abastecimiento de materia prima uranífera en un país como México, con demostraciones geológicas favorables, es función de las condiciones de exploración continuada y planeación a largo alcance. Un país de los recursos técnicos, económicos y humanos como Estados Unidos necesitó entre 5 y 8 años de trabajo intensivo antes de que se tuviera un suministro adecuado de mineral de uranio. Por lo tanto, entre los principales objetivos para los programas de apreciación, debe incluirse la delineación de áreas favorables y la estimación de las potencialidades de los recursos uraníferos, así como la evaluación de los factores económicos que afectan la explotación. Cada uno de estos objetivos requiere mucho estudio e investigación. El mapeo geológico y las técnicas de exploración radiométricas adecuadas han dado cuenta de que existen criterios definidos para ubicar zonas uraníferas entre las regionales y las locales propiamente hablando, máxime si el medio ambiente es el de sedimentos.

a) Además de delinear áreas favorables, un programa de apreciación de recursos intentaría tratar el problema de la estimación de áreas potenciales de uranio. Los - criterios geológicos pueden distinguir terreno no apropiado empíricamente, pero las estimaciones cuantitativas de uranio potencial en zonas favorables constituyen problemas complicados. Es más fácil eliminar áreas individuales como no favorables, - que garantizar la existencia de depósitos en una área favorable.

b) Todas las investigaciones deben realizarse dentro de un cuadro económico que - sirve para indicar qué material es obtenible a cierto precio.

c) Como primera parte del programa en general de estudio y evaluación de áreas con posibilidades de obtener yacimientos con minerales radiactivos, se considera el tópico fotogeológico seguido de reconocimiento aéreo, a fin de realizar una evaluación geológica preliminar antes de empreder las tareas especializadas de campo. Influye en la evaluación de los yacimientos, además de su tonelaje y su ley, la profundidad a la cual eventualmente se extraería el mineral radiactivo. Una vez salvadas las - pruebas fundamentales de prospección en México, a partir de manifestaciones superficiales se han realizado las obras de mina hacia la profundidad.

d) Uno de los métodos que se realizan para investigar la potencialidad y la ley — del mineral radiactivo, es el que presupone el trazado de triángulos que resultan - de unir los puntos indicados por los barrenos, considerando una profundidad promedio para cada conjunto de 3 perforaciones. Una variación de ese método es la que - se conoce momo de aristas de influencia, la cual usa prismas poligonales formados - alrededor de cada barreno por bi-sectores perpendiculares de las líneas que conectan los barrenos. La barrena de diamante únicamente toca e intercepta el yacimiento. En consecuencia, la estimación de volumen de un cuerpo mineral a menos que se - corte en un gran número de puntos, tiene que ser considerado cuidadosamente para —

clasificar dentro de las categorías del positivo, probable o posible, tratando - siempre de verificar por medio de trabajos de desarrollo. La combinación de varios métodos es siempre la clave para decir la última palabra en relación a situaciones- de duda.

e) No debe desconocerse el hecho de que en la explotación subterránea de yacimientos, puede recuperarse del 80 al 90% del mineral estimado, en condiciones óptimas.- Una cifra muy conservadora la constituye el 65% en lo que se refiere a recuperación real.

f) La forma qué afectan los cuerpos mineralizados de uranio, influye en su evaluación, ya que una tendencia geométrica de carácter irregular como ocurre en la Sierra de "La Cal", Municipio de Nazas, Dgo., da origen a tener que realizar numerosas obras de mina y barrenaciones con broca de diamante para delimitar los bloques o zonas mineralizadas, en tanto que la forma lenticular o de manto como en Garame, Santiago Papasquiaro, Dgo. (y de baja ley) la explotación podrá ser un tanto más sencilla y por ende, más económica.

g) En la evaluación del yacimiento se tiene en cuenta los usos destinados para el - mineral en exploración. Es imprescindible para estimular la expansión rápida de la- energía atómica, suministrar a bajo costo el mineral de uranio de alta ley, durante- un tiempo grande, el mayor que sea posible.

5. Los yacimientos que a la fecha han dado cuenta del mayor contingente de minerales radiactivos se describen brevemente a continuación. Véase fig. I.

a) Los Amoles.- El área donde se ubica la Mina de "Los Amoles" se encuentra 16 - kilómetros al noreste de la población de Rayón, Municipio del mismo nombre, Estado- de Sonora. Situada dentro de la cuenca paleozoica de Sonora, la mineralización está asociada a rocas ígneas intrusivas y metamórficas, siendo el control de la misma por fracturas. Se ha encontrado mineral primario en forma de pechblenda hollinosa- y otros posiblemente de carácter secundario aún no identificados. Con estudios geológico-radiométricos que se realizaron como parte de un programa amplio dentro del- Municipio de Rayón, se consideró necesario conocer la potencialidad del yacimiento - con obras de mina. A la fecha se han realizado más de 750 metros lineales en laboríos mineros, como puede parcialmente apreciarse en el plano de la Fig. II; habiéndose delimitado una zona preliminar radiactiva con mineral indicado e inferido, seda cuenta de cerca de 50,000 toneladas con ley media de 0.5% U_3O_8. Para obtener - esta figura se han muestreado las obras mineras en las partes mineralizadas, a intervalos de 2 a 4 metros, cada una, representando ensayes radiométricos y químicos - promedio del cielo y las paredes de la obra en cuestión.

b) Mina "La Luz del Cobre.- Situada a 2 kilómetros al poniente de San Antonio de - las Huertas, Municipio de Soyopa, Estado de Sonora, esta localidad se encuentra ubicada en formaciones triásico-jurásicas, en las estribaciones occidentales de la Sie-

rra Madre Occidental. La mineralización de torbernita y otros minerales de cobre, indistintamente asociados, se localiza en fracturas y en los contactos de una chimenea con la roca encajonante. A la fecha se han realizado laboríos mineros de gran extensión que aproximadamente dan cuenta de más de 4,000 metros lineales, habiéndose bloqueado un contingente cupro-uranífero de más de 350,000 toneladas, con ley inferior a 0.1% U_3O_8. De este metraje poco menos de la mitad había sido labrado con anterioridad con motivo de explotación de cobre. En este lugar al igual que en Los Amoles, el muestreo sistemático llevado de 2 a 4 mts. en los laboríos ha servido para evaluar el yacimiento con el tonelaje que actualmente se ha mencionado.

c) Sierra de Gomez.- Los yacimientos uraníferos ubicados en la unidad estructural conocida como Sierra de Gómez, la cual es parte de un anticlinorum integrado por calizas de la Formación Georgetown del Cretácico Inferior, dentro del Geosinclinal Mexicano, se localiza a 22 kilómetros al noreste de Villa Aldama, Chih. La mineralización es principalmente carnotita y tyuyamunita y está controlada por fracturas y planos de estratificación. Los estudios geológico-radiométricos y los barrenos de diamante, además de un intenso laborío minero, han permitido la extracción de aproximadamente 20,000 toneladas de 0.4% de U_3O_8, estimándose que cuando menos unas 15,000 toneladas pueden aún recuperarse de la Sierra de Gómez, propiamente hablando, y de las localidades circunvecinas que participan de una geología similar. Las obras mineras hasta ahora realizadas en esa región dentro del Municipio de Villa Aldama, suman alrededor de 4,500 metros lineales.

d) La Sierra de La Cal.- En esta unidad estructural situada 15 kilómetros al norte de la población de Nazas, del Estado de Durango, se tiene un importante yacimiento con mineral secundario de carnotita y tyuyamunita, el cual se aloja en fracturas de un anticlinal asimétrico integrado por rocas del Cretácico Inferior, que están afectadas por intrusivos del Terciario, produciendo zonas irregulares brechadas, que son en parte control de la mineralización. Merced a un mapeo detallado geológico-radiométrico y con la ayuda de barrenos de diamante, se ha podido conocer una caprichosa irregularidad de cuerpos mineralizados en el subsuelo, los cuales se han verificado con un laborío minero bastante extenso que ha abarcado aproximadamente 3,000 metros lineales. Las reservas de esta localidad, entre positivo, probable y posible pasan de 500,000 toneladas de mineral secundario uranífero, con ley cercana al 0.1% U_3O_8.

6. La zona radiactiva más profunda bajo la superficie se encuentra a 220 metros en la localidad conocida como La Luz del Cobre, del Estado de Sonora. Obviamente una profundidad grande, por ejemplo de 300 metros, para la explotación de un yacimiento uranífero a esa profundidad, plantearía el problema de si es o no, económica, independientemente de que tenga tal ley o tal tonelaje. La profundidad de 1,000 pies en Estados Unidos es económicamente trabajable para gran cantidad de yacimientos a esas profundidades. La exploración de yacimientos de acuerdo con diferentes técnicas, sea que se trate de recuperar mineral a base de trabajos a cielo abierto, o bien con obras subterráneas, es otro factor que influye en la evaluación de yacimientos. En la mayor parte de los yacimientos mexicanos, una porción del mineral radiactivo puede recuperarse con trabajos a cielo abierto y la mayor cantidad , merced a obras subterráneas. Los recursos de mineral radiactivo-

de que se ha hablado, se refieren al suministro disponible para el presente y el futuro. Generalmente las reservas se refieren al mineral de interés inmediato, o de consideraciones a pronto alcance, de tipo económico.

7. Con las mayores aplicaciones del uranio como combustible nuclear y el perfeccionamiento tecnológico para su aprovechamiento en la industria eléctrica, habrán de evaluarse los yacimientos cuyo contenido en U_3O_8 sea inferior al .2 hasta ahora considerado como un standard, y es que si en el presente fuera antieconómico recuperar concentraciones de uranio a partir de reservas con contenido inferior al .1, nada puede decirse de la variación del valor intrínseco y potencial en el futuro. Por lo que respecta a los yacimientos de México ("La Luz del Cobre", en Sonora; Sierra de "La Cal", en Durango) que son de baja ley, las reservas de los mismos son potencialmente un patrimonio dirigido a garantizar una autodependencia de combustible nuclear en el tiempo oportuno futuro, dentro de los próximos años. La superficie relativamente escasa que se ha cubierto hasta estos momentos en la exploración del uranio en México, y los descubrimientos que se han realizado por la Comisión, da bases justificadas para proyectar, sin embargo, que se tendrán depósitos de reservas substanciales con leyes promedio superiores a las que actualmente se han considerado.

8. Aunque las cantidades de mineral radiactivo conocidas en México hasta la fecha no son lo suficientemente amplias para contar por un número de años con un apreciable contenido uranífero, a fin de poder recuperar concentrados, obtener uranio metálico y producir energía en cantidades de escala industrial, sí puede decirse sin embargo, que las técnicas y los resultados de exploración llevados a cabo por la Comisión Nacional de Energía Nuclear en el país, han dado resultados que son base para continuar explorando en áreas favorables y reunir tonelajes de mucha mayor consideración.

a) El valor de las reservas de mineral de uranio de México, es una cantidad superior al monto invertido por concepto de todas las exploraciones realizadas en la República. Si se concede que el valor actual de U_3O_8 en concentrados es entre 6 y 8 dólares la libra, o sea entre $ 165.00 M.N. y $ 222.00 M. N. el kilogramo, existe un margen substancial de importancia, considerando que conocer la existencia del mineral radiactivo mexicano en el suelo y en el subsuelo, hasta la fecha, significa en términos generales, una inversión de $ 30.00 M. N. por cada kilogramo contenido en mineral radiactivo. No se han hecho cálculos del monto que representa la explotación, almacenamiento, transporte, trituración y molienda, tratamiento y beneficio del mineral, hasta llegar al concentrado en forma de biuranato de sodio o nitrato de uranilo. Pero en la Luz del Cobre, Sonora, se han hecho trabajos experimentales que permiten apreciar un costo de $ 100.00 M. N. el kilogramo de concentrado de 85% U_3O_8, a partir del mineral puesto en la planta.- Obviamente, si sumamos los precios de explotación (no calculados en este informe) los de exploración y los de beneficio, se preve un resultado inferior al de $ 220.00 M. N. por kilogramo de U_3O_8.

b) Además de ese valor propiamente, saltan otras consideraciones de apreciación en los yacimientos uraníferos de México: científicamente se ha probado que los métodos de exploración adecuados trabajan, y que a la luz de su realización la mayor escala podrían conducir a aumentar los tonelajes. Otro ángulo que se puede considerar ligado a la evaluación, es el que se refiere al abastecimiento de materia prima en la República, para que en forma de combustible nuclear, pueda garantizarse un futuro energético que demandará cada vez mayores requerimientos en un país joven como es el de México, que incrementa su población a razón de 3% anual, y con un desarrollo industrial de magnitudes palpitantes. Por otro lado, la producción energética que actualmente se tiene a costa de los hidrocarburos, permite que se tenga la apreciación de que se utilizarán, dentro de un término razonable, fuentes complementarias que coadyuven a las convencionales en el cuadro energético del país. Por lo tanto, conocer y evaluar los yacimientos de uranio en México, es una labor que está justificada dentro de un número de años, en virtud de la extensión territorial y de las posibilidades tan variables que existen en la ocurrencia de fuentes radiactivas.

1568 S - Nov.1962 - 600